

Antwort

der Bundesregierung

**auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Mario Brandenburg (Südpfalz),
Katja Suding, Nicola Beer, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP
– Drucksache 19/7112 –**

Künstliche Photosynthese als Teil einer modernen Bioökonomie-Strategie

Vorbemerkung der Fragesteller

Die künstliche Photosynthese stellt eine der zentralen Schlüsseltechnologien unserer Zeit dar. Sie beruht auf dem Prinzip der Bionik, in der Naturgesetze für die Technik nutzbar gemacht werden. So wird bei der künstlichen Photosynthese die Energie des Sonnenlichtes verwendet, um klimaneutrale und transportfähige Brennstoffe zu erzeugen. Forschungsergebnisse im Bereich der künstlichen Photosynthese zeigen, dass die entwickelten Prozesse bereits effizienter als die Photosynthese eines natürlichen Organismus gestaltet werden können (www.welt.de/wissenschaft/article179660124/Kuenstliche-Fotosynthese-Ein-neues-Betriebssystem-fuer-lebende-Zellen.html).

Neben rein technischen Lösungen werden auch hybride und modifizierte Lösungen verfolgt, in denen die natürliche Photosynthese technisch verbessert wird. Zum Beispiel könnten schneller wachsende Getreidesorten, die rund 20 Prozent effektiver als herkömmliche Systeme sind, durch die Technologie hergestellt werden. Damit könnte einer Nahrungsmittelknappheit entgegengewirkt werden (www.pflanzenforschung.de/de/journal/journalbeiträge/photosynthese-tuning-kann-dies-ein-schlüssel-zu-ausrei-10404). Eine weitere Anwendung findet die Technologie in der technischen Herstellung von Brenn- und Wertstoffen aus nicht fossilen Ressourcen. Forscher gehen davon aus, dass die sonnengetriebene Brennstoffherstellung in circa 10 bis 20 Jahren zum vollwertigen Einsatz kommen kann (www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2018_3Akad_Kuenstliche_Photosynthese.pdf). Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Forschung wird dadurch deutlich, dass Siemens und Evonik kürzlich eine Pilotanlage zur Herstellung von Wertstoffen aus erneuerbaren Energien angekündigt haben (<https://corporate.evonik.de/de/presse/pressemitteilungen/Pages/news-details.aspx?newsid=72462>). Außerdem erhielt der Deutsche Tobias Erb für seine wegweisenden Arbeiten auf diesem Gebiet 2018 den Otto-Bayer-Preis (<https://media.bayer.de/baynews/baynews.nsf/id/Otto-Bayer-Preis-2018-geht-an-Dr-Tobias-Erb>).

Die Technologie kann zur Lösung von drei Problemen des anthropozänen Zeitalters und zu einer Polyphonie von Optionen und Lösungen bestimmter Herausforderungen beitragen: Erstens kann durch die künstliche Photosynthese hergestellter Brennstoff den Bedarf an fossilen Brennstoffen verringern. Zweitens

kann sie den CO₂-Ausstoß vermindern. Drittens kann die Technologie und die aus ihrer Entwicklung gewonnenen Erkenntnisse dazu beitragen, die natürlichen Prozesse besser zu verstehen und gezielt zu verbessern. Sie kann eingesetzt werden, um schnell wachsende und produktivere Getreidesorten zu züchten und die Nahrungsmittelversorgung bei einer stetig anwachsenden Bevölkerung besser zu gewährleisten. Da diese Technologie viele Anwendungsfelder hat, muss die Entwicklung durch sinnvolle Rahmenbedingungen und Innovationen unterstützt werden.

Aus Sicht der Fragesteller sollten die Chancen der Technologie genutzt und die Akzeptanz seitens der Gesellschaft gefördert werden. Der Technologiestandort Deutschland sollte gestärkt werden, indem eine langfristige Perspektive für Grundlagenforschung und industrielle Forschung der künstlichen Photosynthese „made in Germany“ gegeben wird. Wir müssen das erhebliche Potenzial der Technologie der künstlichen Photosynthese in der Energie- sowie Nahrungsmittelversorgung sehen. Deutschland muss neu denken und der Entwicklung technologieoffen gegenüberstehen sowie Innovationen gezielt den Weg ebnen. Die Energie aus fossilen und nichtfossilen Brennstoffen bildet die Grundlage unseres modernen Lebensstils. Die Technologie der künstlichen Photosynthese kann durch die Herstellung von synthetischen Brennstoffen den steigenden Bedarf an fossilen Brennstoffen sinnvoll ergänzen.

Vorbemerkung der Bundesregierung

Die Bundesregierung legt bei der Beantwortung der Fragen folgende Definition der künstlichen Photosynthese zu Grunde: Die künstliche Photosynthese dient der Produktion chemischer Energieträger und Wertstoffe unter direkter Verwendung von Sonnenlicht als einziger Energiequelle in integrierten Apparaten und Anlagen. Diese Definition schließt technologische Ansätze, in denen Strom (Power-to-X) oder konventionelle Biomasse (Biomass-to-X) zu stofflichen Energieträgern umgewandelt werden, aus.

1. Sieht die Bundesregierung die künstliche Photosynthese als eine Schlüsseltechnologie an?

Die technologische Reife von künstlichen Photosynthese-Systemen befindet sich derzeit meist auf der Stufe des Nachweises der prinzipiellen Funktionstüchtigkeit („proof of concept“) sowie geeigneter Versuchsaufbauten im Labor. Eine wirtschaftliche Anwendung ist aufgrund zahlreicher wissenschaftlich-technischer Herausforderungen derzeit noch nicht in Sicht. Gleichwohl könnte die künstliche Photosynthese das Potential haben, neue Wege der nachhaltigen Energie- und Rohstoffversorgung zu ebnen. In diesem Sinne sieht die Bundesregierung die weitere Erforschung der künstlichen Photosynthese als potenziellen Faktor einer erfolgreichen Energie- und Rohstoffwende.

2. Welche Chancen in welchen Bereichen sieht die Bundesregierung in der Anwendung der künstlichen Photosynthese?

Das Potential der künstlichen Photosynthese begründet sich in der Möglichkeit, Chemikalien und Kraftstoffe durch die direkte Nutzung solarer Energie zu erzeugen. Die künstliche Photosynthese könnte dadurch einen Beitrag zu einer nachhaltigen, flexiblen und dezentralen Energie- und Rohstoffversorgung liefern und somit Beiträge zur globalen Energiewende und zum Klimaschutz leisten. Um diese Chancen zu nutzen, sind weitere Innovationen und technologische Fortschritte notwendig, wobei die künftigen Verfahren unter anderem hinsichtlich

Energieeffizienz, Verfahrenstechnik, Kostenvergleichbarkeit, Flächenbedarf, Auswirkungen auf Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Biodiversität zu prüfen sind.

3. Ist die Bundesregierung der Auffassung, dass die Technologie der künstlichen Photosynthese das Potenzial hat, einen alternativen Weg in die Bioökonomie im Lichte der nationalen Forschungsstrategie „Bioökonomie 2030“ zu ebnen, und wenn ja, wie?

Die künstliche Photosynthese ist ein Beispiel für die vielfältigen Innovationen, die aus technischen, biologischen und insbesondere bioökonomischen Ansätzen für Forschung und Entwicklung entstehen und auf ganz unterschiedlichen Wegen Anwendung finden können. Die Bioökonomie zeichnet sich unter anderem durch die Vernetzung von wissenschaftlichen und technischen Disziplinen und verschiedenen Wirtschaftssektoren aus, indem Erkenntnisse über biologische Systeme und Vorgänge technologisch genutzt und weiterentwickelt werden. Dabei ist kein spezieller Weg vorgezeichnet.

4. Denkt die Bundesregierung, dass die durch die künstliche Photosynthese erstellten Brennstoffe das Potenzial haben, zu einem bedeutenden deutschen Exportprodukt werden zu können?

Prinzipiell könnten sich auch in Deutschland mittels künstlicher Photosynthese Brennstoffe produzieren lassen. Dass sich durch künstliche Photosynthese erzeugte Brennstoffe zu einem bedeutenden deutschen Exportprodukt über den heimischen Bedarf hinaus entwickeln werden, hält die Bundesregierung allerdings für unwahrscheinlich. Mit einer vergleichsweise geringen Intensität der Sonneneinstrahlung und der dichten Besiedlung besitzt Deutschland als Produktionsstandort dieser Brennstoffe Nachteile gegenüber anderen Regionen in der Welt. Jedoch kann Deutschland zu einem der führenden Technologieentwickler in diesem Bereich werden. Nach Auffassung der Bundesregierung eignet sich also nicht der durch künstliche Photosynthese erzeugte Brennstoff, sondern die in Deutschland produzierte hochwertige Anlagentechnik als deutsches Exportprodukt.

5. Ist die Bundesregierung der Auffassung, dass durch eine zukünftig industrielle Nutzung neue Arbeitsplätze im Bereich der Brennstoffherstellung durch die Technologie der künstlichen Photosynthese entstehen können?

Eine erfolgreiche Markteinführung von Technologien der künstlichen Photosynthese würde auch zur Schaffung neuer Arbeitsplätze führen. Da Brennstoffe aus künstlicher Photosynthese weniger stark an geologische Gegebenheiten geknüpft sind als fossile Brennstoffe, könnte prinzipiell ein höherer Teil der Wertschöpfung in Deutschland liegen.

6. Wie bewertet die Bundesregierung die im Mai 2018 veröffentlichte Stellungnahme von acatech (Künstliche Photosynthese: Forschungsstand, wissenschaftlich-technische Herausforderungen und Perspektiven, 2018)?

Welche Schlüsse zieht sie daraus?

Die Stellungnahme beleuchtet die wesentlichen Aspekte der künstlichen Photosynthese von der wissenschaftlich-technologischen Entwicklung bis zur Anwendung. Die darin getroffenen Aussagen sind aus Sicht der Bundesregierung zutreffend und werden eine Orientierung für zukünftige Aktivitäten in diesem Bereich

darstellen. Die Bundesregierung unterstützt die Bemühungen der beteiligten Wissenschaftler, einen gesellschaftlichen Diskurs zu den Herausforderungen und Perspektiven der künstlichen Photosynthese frühzeitig anzustoßen, und wird wesentliche Ergebnisse der acatech-Stellungnahme in eine derzeit vorbereitete Forschungs- und Innovationsagenda zur stofflichen Nutzung von CO₂ aufnehmen. Weiterhin wurde die Stellungnahme von der Bundesregierung bei der Erstellung des 7. Energieforschungsprogramms berücksichtigt. Unter anderem auf Grundlage dieser Stellungnahme wurde das Thema künstliche Photosynthese in das Kapitel 4.1.3 des Energieforschungsprogramms aufgenommen. In Zukunft soll insbesondere eine verstärkte Koordination zwischen thematisch breit angelegter Grundlagenforschung und industrieller Forschung angestrebt werden.

7. Wie bewertet die Bundesregierung die Empfehlung der Forscher (acatech, 2018), eine zehnjährige Grundlagenforschung mit gleichzeitig laufenden Piloträumen einzusetzen?

Gedenkt die Bundesregierung, dies zu unterstützen?

Wenn ja, wie, und wann soll dies umgesetzt werden?

Die angesprochene Empfehlung zielt spezifisch auf die Herausforderung der Systemintegration ab. Die Integration der gut entwickelten Einzelkomponenten zu einem funktionierenden Gesamtsystem stellt einen kritischen Erfolgsfaktor für die praktische Anwendung der künstlichen Photosynthese dar. Zur Einschätzung des Potentials solcher Systeme empfiehlt acatech eine intensive zehnjährige Forschungs- und Entwicklungsphase für integrierte Laborsysteme und Pilotanlagen. Die Bundesregierung teilt die Einschätzung, dass die Systemintegration eine zentrale Herausforderung auf dem Weg in die Anwendung darstellt. Eine Unterstützung durch eine Förderung wird derzeit geprüft, sollte jedoch in sinnvoller Ergänzung zu geplanten europäischen Initiativen stattfinden. Ein Konsortium mit deutscher Beteiligung (Forschungseinrichtungen und Industrie) ist derzeit in Vorbereitung zur Antragsstellung für ein sogenanntes „FET-Flagship“ zur künstlichen Photosynthese (www.sunriseaction.com/). Der Vorschlag des Konsortiums wurde seitens der Bundesregierung fachlich positiv eingeschätzt. Im Erfolgsfall kann hier unter dem neuen Rahmenprogramm für Forschung und Innovation der EU eine zehnjährige Förderung erfolgen, was entscheidend zu Durchbrüchen auf dem Gebiet der künstlichen Photosynthese beitragen kann.

8. Wie gewährleistet die Bundesregierung, dass eine positive Forschungskultur und eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen Grundlagenforschung und industrieller Forschung bezüglich der künstlichen Photosynthese hergestellt wird?

Bei der Weiterentwicklung der künstlichen Photosynthese wird der industriellen Forschung in den nächsten Jahren eine steigende Bedeutung zukommen. Die durch verschiedene Ressorts geförderte Verbundforschung stellt ein geeignetes Mittel dar, um Wissenschaft und Unternehmen zusammen zu bringen und dadurch den Transfer in die Anwendung zu fördern. Die Förderbekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) „CO₂ als nachhaltige Kohlenstoffquelle – Wege zur industriellen Nutzung (CO₂-WIN)“ wurde am 3. August 2018 veröffentlicht und adressiert die künstliche Photosynthese als einen Forschungsschwerpunkt. Zum Stichtag am 15. November 2018 wurden 49 Projektskizzen eingereicht, die derzeit bewertet werden.

Die Förderbekanntmachung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zur angewandten nichtnuklearen Forschungsförderung im 7. Energieforschungsprogramm vom 1. Oktober 2018 adressiert auch die künstliche Photosynthese. Das Thema künstliche Photosynthese rückt in dem im September 2018 verabschiedeten 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung von der grundlagenorientierten Forschung in die anwendungsorientierte Forschung.

Um das Instrument der Verbundforschung effektiver zu nutzen, ist es notwendig, mehr Unternehmen zu motivieren, sich intensiv der künstlichen Photosynthese zu widmen. Dabei kommt der Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen, die nachhaltig erzeugten Kraftstoffen und Chemikalien eine klare ökonomische Perspektive bieten, eine zentrale Bedeutung zu. Auch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt ist im Rahmen des grundfinanzierten Querschnittsvorhabens „Future Fuels“ mit diesem Thema beschäftigt (solarthermische Herstellung).

9. Ist die Bundesregierung der Auffassung, dass in Deutschland mehr Studiengänge notwendig sind, die verstärkt interdisziplinäre Lehrinhalte wie Datenwissenschaften, Technologie und Biologie vermitteln sollten?

Die Ausgestaltung von Studiengängen liegt in der Verantwortung der Hochschulen und Länder.

10. Welche deutschen Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sieht die Bundesregierung auch mit Blick auf Künstliche Intelligenz (KI) bei der Modellierung physiologischer Prozesse und der anschließenden Nutzung als führend?

An der Modellierung physiologischer Prozesse in photosynthetisch aktiven Pflanzen und Mikroorganismen wird in Deutschland an vielen Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen gearbeitet. Soweit der Bundesregierung bekannt, spielt die Nutzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz hierbei bislang eine untergeordnete Rolle, da für den Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz große Datensätze erforderlich sind. Speziell für Modellierungen zur Photosynthese sind der Bundesregierung einzelne Hochschulen und Forschungseinrichtungen bekannt, die im Folgenden gelistet sind:

- Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer Technischer Systeme Magdeburg,
- Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik, Biophysik und Photosynthese,
- Universität Bielefeld, Biologische Fakultät, Arbeitsgruppe Algenbiotechnologie & Bioenergie,
- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Bio- und Lebensmitteltechnik, Teilinstitut III – Bioverfahrenstechnik,
- Universität Stuttgart, Institut für Bioverfahrenstechnik,
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt.

11. Welche jungen Unternehmen sieht die Bundesregierung auch mit Blick auf KI bei der Modellierung physiologischer Prozesse und der anschließenden Nutzung als führend?

Der Bundesregierung ist kein junges Unternehmen in Deutschland bekannt, das sich vorrangig mit der Modellierung physiologischer Prozesse insbesondere im Kontext der Photosynthese befasst.

12. Sieht die Bundesregierung Vorteile bezüglich der fragmentierten Forschung der künstlichen Photosynthese?

Derzeit kann nur schwer eingeschätzt werden, ob eine industrielle Anwendung der künstlichen Photosynthese gelingen wird. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte sinnvolle interdisziplinäre Zusammenarbeit gefördert und sollten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten verstärkt gebündelt werden. Eine breit angelegte Grundlagenforschung unter Berücksichtigung der Energie- und Ressourceneffizienz zur nachhaltigen Produktion von Chemikalien und Kraftstoffen ist weiterhin eine entscheidende Voraussetzung, um auch im Bereich der künstlichen Photosynthese erfolgreich zu sein. Auch hier wird eine zunehmende Vernetzung von Forschungseinrichtungen für den effizienten Wissenstransfer künftig eine große Rolle spielen. Hierzu veröffentlichte die Deutsche Forschungsgemeinschaft am 14. Dezember 2018 gemeinsam mit vier weiteren europäischen Förderorganisationen einen internationalen Förderaufruf zum Thema „Solar-driven Chemistry“.

13. Wie viele deutsche Professorinnen und Professoren bzw. Leiterinnen und Leiter von außeruniversitären Forschungseinrichtungen gibt es nach Kenntnis der Bundesregierung derzeit, die sich hauptsächlich mit der Erforschung der künstlichen Photosynthese beschäftigen (bitte Name, Lehrstuhl und Forschungseinrichtung angeben)?

Professuren liegen im Verantwortungsbereich der Hochschulen und Länder. Für die außeruniversitären Forschungseinrichtungen sind keine verlässlichen Angaben für das Spezialgebiet der künstlichen Photosynthese möglich. Eine Liste von Personen, deren Forschungsarbeiten dem Bereich „künstliche Photosynthese“ zugeordnet werden kann, ist nachfolgend aufgeführt. Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

- Prof. Matthias Beller, Leibniz-Institut für Katalyse, Katalyse für Energietechnologien
- Prof. Holger Dau, Freie Universität Berlin, Biophysik und Photosynthese, biomimetische Komplexe
- Prof. em. Wolfgang Lubitz, Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion, Katalyse
- Prof. Roel van de Krol, Helmholtz-Zentrum für Materialien & Energie, Dünnschicht-Photovoltaik, komplexe Systeme
- Prof. Philipp Kurz, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Bioanorganische Chemie, Wasserspaltung
- Prof. Robert Schlögl, Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion, Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Heterogene Katalyse und Materialien für Energiespeicherkonzepte
- Prof. Jennifer Strunk, Leibniz-Institut für Katalyse, CO₂-Reduktion
- Prof. Tobias Erb, Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie, synthetische Biologie, CO₂-Fixierung
- Prof. Olaf Kruse, Centrum für Biotechnologie, Universität Bielefeld, Algenbiotechnologie
- Prof. Andreas Schmid, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Photobiotechnologie
- Prof. Christian Sattler, Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt.

14. Auf welchem Level bewegen sich nach Kenntnis der Bundesregierung deutsche Forschungsinstitutionen im Bereich der künstlichen Photosynthese verglichen mit anderen Ländern wie den Vereinigten Staaten von Amerika oder China?

Gibt es andere Länder, die Deutschland voraus sind?

Wenn ja, warum?

Im internationalen Vergleich nimmt das US-amerikanische Joint Center for Artificial Photosynthesis eine führende Rolle ein. Auch in Japan und Südkorea widmen sich eigens gegründete Forschungsinstitute der künstlichen Photosynthese. In Deutschland widmen sich das Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion, das Helmholtz-Zentrum für Materialien und Energie in Berlin, das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) und das Leibniz-Institut für Katalyse unter anderem den verschiedenen Aspekten der künstlichen Photosynthese. Insbesondere mit Blick auf Katalysertechnologien zählt Deutschland mit international hoch anerkannten Experten wie Prof. Schlögl und Prof. Beller im weltweiten Vergleich zur Spitzenklasse.

15. Wie viele Mitarbeiter in der Bundesregierung beschäftigen sich mit den Chancen der künstlichen Photosynthese?

Im BMBF beschäftigen sich in der Unterabteilung „Nachhaltigkeit, Zukunftsvorsorge“ zwei Mitarbeiter neben anderen Aufgaben mit den Chancen der künstlichen Photosynthese.

16. Wie viele Forschungsvorhaben hinsichtlich der künstlichen Photosynthese wurden in der ersten Förderperiode der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ unterstützt (bitte die Höhe der Forschungsgelder angeben)?

Aus dem Einzelplan 30, Kapitel 3004, Titel 683 30 Bioökonomie wurden seit dem Jahr 2012 acht Forschungsvorhaben zur künstlichen Photosynthese entsprechend der in der Vorbemerkung genannten Definition mit Bundesmitteln in Höhe von insgesamt 3,377 Mio. Euro unterstützt.

17. Plant die Bundesregierung, eine zentrale Einrichtung, ähnlich dem amerikanischen Joint Center for Artificial Photosynthesis (JCAP), ins Leben zu rufen und entsprechende Fördermittel einzusetzen?

Derzeit hat die Bundesregierung keine konkreten Pläne für eine solche Einrichtung.

18. Plant die Bundesregierung ähnliche Ausschreibungen wie das von der Europäischen Kommission geförderte Projekt „Fuel from the Sun: Artificial Photosynthesis“ (https://ec.europa.eu/research/eic/index.cfm?pg=prizes_sunfuel)?

Derzeit hat die Bundesregierung keine konkreten Pläne für einen solchen Preis auf nationaler Ebene. Allerdings fördert die Bundesregierung Forschung an der künstlichen Photosynthese im Rahmen der Projektförderung, sowie der institutionellen Förderung (siehe dazu die Antworten zu den Fragen 6, 8, und 19).

19. Wie viele Forschungsvorhaben und Projekte in dem Bereich der künstlichen Photosynthese wurden seitens der Bundesregierung seit 2015 besonders gefördert und in welchem Umfang
- a) nach Unternehmen
- Unternehmen < 50 Mitarbeiter,
 - Unternehmen 51 bis 250 Mitarbeiter.
 - Unternehmen > 251 Mitarbeiter;
- b) nach Forschungseinrichtungen
- Außeruniversitären Forschungseinrichtungen (Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V. – HGF, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. – FhG, Max-Planck-Gesellschaft – MPG, Leibniz-Gemeinschaft - WGL),
 - Hochschulen,
 - sonstige Forschungseinrichtungen?

Die erfragten Angaben sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

	Anzahl von Forschungsvorhaben	Fördermittel in T€
a) nach Unternehmen		
<50 MA	1	399
51-250 MA	1	460
> 250 MA	-	-
b) Forschungseinrichtungen		
Außeruniversitär	7	4.428
Hochschulen	18	7.540
Sonstige Forschungseinrichtungen	-	-
Summe	27	12.827

Im Bereich der institutionellen Förderung wird im Rahmen des Bereichs Solar Fuels der Helmholtz Gesellschaft seit 2015 auch an der künstlichen Photosynthese gearbeitet. Am Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik (PDI) wurde seit 2015 ein Vorhaben im Bereich der künstlichen Photosynthese im Rahmen der institutionellen Förderung von Bund und Ländern durchgeführt.

20. Wie hat sich die Höhe der Haushaltsmittel für die Biotechnologie-Forschung in den Bioökonomiefeldern (insbesondere künstliche Photosynthese) seit dem Jahr 2017 entwickelt (bitte absolute Werte und relativ zur Bioökonomie-Förderung angeben)?

Die Bundesmittel für die Biotechnologie-Forschung in der Bioökonomie-Förderung (Einzelplan 30, Kapitel 3004, Titel 683 30) erhöhten sich von 94,232 Mio. Euro im Jahr 2017 auf 97,908 Mio. Euro im Jahr 2018. Der gesamte Bioökonomie-Titel erhöhte sich im Jahr 2017 von 117,843 Mio. Euro auf 125,496 Mio. Euro im Jahr 2018. Der Anteil der Förderung von Forschungsvorhaben, die der Biotechnologie zuzuordnen sind, reduzierte sich somit von 80 Prozent im Jahr 2017 auf 78 Prozent im Jahr 2018. Für Forschungsvorhaben zur künstlichen Photosynthese innerhalb des Bioökonomie-Titels wurden im Jahr 2017 Bundesmittel

in Höhe von 0,415 Mio. Euro (0,35 Prozent des Bioökonomie-Titels) und im Jahr 2018 in Höhe von 0,350 Mio. Euro (0,28 Prozent des Bioökonomie-Titels) verausgabt.

21. Wie viele drittmittelfinanzierte Forschungsvorhaben und Projekte in dem Bereich der künstlichen Photosynthese werden nach Kenntnis der Bundesregierung derzeit an europäischen Universitäten und Hochschulen durchgeführt?

Eine systematische Erfassung der europäischen drittmittelfinanzierten Forschungsvorhaben zum Thema „künstliche Photosynthese“ durch die Bundesregierung erfolgt nicht. Ein Überblick über europäische relevante Projekte ist unter anderem der in Frage 6 genannten Stellungnahme von acatech zu entnehmen. Das bedeutendste Forschungsvorhaben an europäischen Universitäten und Hochschulen ist derzeit das Projekt „A-Leaf“, an dem u. a. zehn akademische Einrichtungen aus den europäischen Nachbarländern beteiligt sind. Im Rahmen des europäischen Förderprogramms „Künftige und neu entstehende Technologien: Future and Emerging Technologies (FET)“ ist das Projekt „Sunrise – Solar Energy for a Circular Economy“ in eine einjährige Definitionsphase gestartet. Neben den in der Antwort zu Frage 19 beschriebenen Projekten aus der Fördermaßnahme CO₂Plus werden weitere Projekte durch die in der Antwort zu Frage 8 erwähnte BMBF-Fördermaßnahme „CO₂-WIN“ und die in der Antwort zu Frage 12 genannte internationale Förderbekanntmachung „Solar-driven Chemistry“ erwartet.

22. Hat die Bundesregierung Kenntnis darüber, wie viele Unternehmen sich intensiv mit der künstlichen Photosynthese in Deutschland beschäftigen?

Wie viele Start-ups gibt es in diesem Bereich?

Es gibt nach aktuellem Kenntnisstand in Deutschland keine etablierten Firmen, die sich intensiv mit den Themen der künstlichen Photosynthese beschäftigen. Die Firma Siemens ist jedoch beratender Partner für verschiedene universitäre Projekte aus diesem Bereich und Partner des europäischen Konsortiums „Sunrise“. Nach Kenntnisstand der Bundesregierung gibt es in Deutschland keine Start-ups in diesem Bereich.

23. Kommen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen, die im Bereich der künstlichen Photosynthese forschen, auf die Bundesregierung zu?

Wenn ja, was sind die Anliegen dieser Unternehmen?

Führende Vertreter von Forschungseinrichtungen sind zum Thema künstliche Photosynthese beispielsweise im Rahmen der Stellungnahme von acatech an die Bundesregierung herangetreten. Die Erkenntnisse dieses Dialoges fließen in die zukünftige Koordinierung der Forschungsförderung ein. Eine wirtschaftliche Anwendung der künstlichen Photosynthese ist derzeit nicht in Sicht. Deswegen kommen bisher im Zusammenhang mit der künstlichen Photosynthese auch kaum Unternehmen auf die Bundesregierung zu.

24. Sind kleinere Unternehmen wie Start-ups und mittelständische Unternehmen, die an der künstlichen Photosynthese forschen, gegenüber Großunternehmen an Projektförderungen der Bundesregierung unterrepräsentiert?

Wenn ja, warum?

Kleine und mittelständische Unternehmen sind gegenüber Großunternehmen bei der künstlichen Photosynthese nicht signifikant unterrepräsentiert. Grundsätzlich ist die künstliche Photosynthese im Vergleich zu anderen nachhaltigen Technologien (z. B. Kunststoffrecycling) im technologischen Reifegrad in einem frühen Stadium. Das hohe Entwicklungsrisiko tragen daher überwiegend Hochschulen und Forschungseinrichtungen.

25. Welche Maßnahmen plant die Bundesregierung, um die Rahmenbedingungen für die Forschung und industrielle Anwendung der künstlichen Photosynthese zu verbessern?

Die Bundesregierung plant, die Förderung der anwendungsorientierten Forschung im Bereich der künstlichen Photosynthese zu erhöhen, in erster Linie durch Förderung von Verbundvorhaben mit Partnern aus Wirtschaft und Forschungseinrichtungen. Aufgrund der diesem Themenkomplex inhärenten globalen Aspekte ist die internationale Kooperation ein Schwerpunkt der Forschungsförderung. Auf nationaler Ebene sollen Vernetzung und Ergebnistransfer in diesem Bereich unter dem Dach der Forschungsnetzwerke Energie intensiviert werden.

Auf europäischer Ebene engagiert sich die Bundesregierung gemeinsam mit den Mitgliedstaaten Frankreich, Niederlande, der Region Flandern und dem European Chemical Industry Council (Cefic) in der PHOENIX Initiative, um die regulatorischen Rahmenbedingungen für die CO₂-Nutzung auch auf europäischer Ebene zu verbessern. Die künstliche Photosynthese ist dabei eines von sechs technologischen Handlungsfeldern.

26. Wie positioniert sich die Bundesregierung hinsichtlich des Urteils des Europäischen Gerichtshofes in Rechtssache C-258/16 (Quelle: Rechtssache C-528/16), das Auswirkung auf synthetisch-biologische Anwendungen hat?

Die Bundesregierung prüft die Auswirkungen des Urteils des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) in Rechtssache C-528/16 vom 25. Juli 2018 im Austausch mit den Ländern, der EU-Kommission und anderen EU-Mitgliedstaaten unter Einbeziehung nachgeordneter Behörden wie dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, dem Bundesamt für Naturschutz und dem Julius Kühn-Institut auch mit Blick auf synthetisch-biologisch erzeugte Organismen.

Das Urteil des EuGH legt die Freisetzungsrichtlinie (Richtlinie 2001/18/EG) aus. Demnach gelten Organismen, die mittels zielgerichteter Mutagenese wie z. B. CRISPR/Cas erzeugt werden, als gentechnisch veränderte Organismen im Sinne der Richtlinie und unterliegen bei einer Freisetzung und beim Inverkehrbringen als Lebensmittel, Futtermittel oder Saatgut dem EU-Gentechnikrecht mit seinen Zulassungsanforderungen und Kennzeichnungspflichten.

27. Welche regulatorischen Hürden für die Forschung und den Einsatz der künstlichen Photosynthese bestehen in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern in der EU, den USA und Asien?

Da sich die Forschung zur künstlichen Photosynthese derzeit noch in einem sehr frühen Stadium befindet („proof of concept“), sind etwaige regulatorische Hürden für den Einsatz dieser Technik derzeit nur schwer abzuschätzen.

